

536,486

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

Rec'd PCT/PTO 20 MAY 2005

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. Juni 2004 (03.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/045844 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B32B 15/00,
18/00, F01D 5/00, C25D 15/02, C23C 4/02, F01D 5/28

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012095

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Oktober 2003 (30.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
02026012.1 21. November 2002 (21.11.2002) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HALBERSTADT,
Knut [DE/DE]; Nachbarsweg 80, 45481 Mülheim a.d.
Ruhr (DE). STAMM, Werner [DE/DE]; Kahlenberg 18,
45481 Mülheim a.d. Ruhr (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

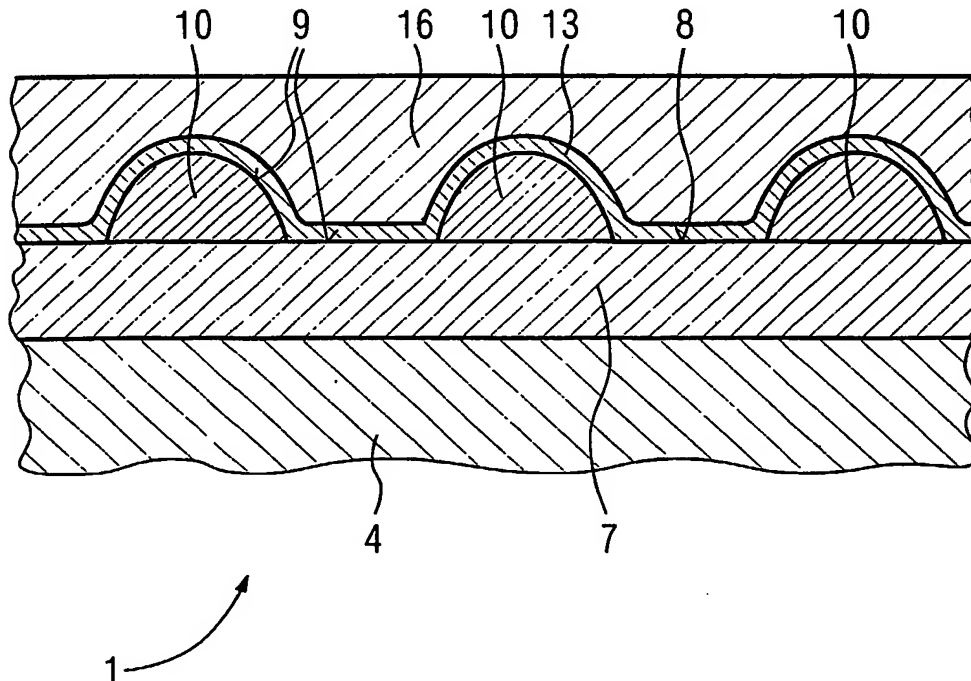
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LAYER SYSTEM

(54) Bezeichnung: SCHICHTSYSTEM



(57) Abstract: In layer systems according to prior art, the adhesion between the layers or between the layers and the substrate is often poor. In the inventive layer system (1), the surface of the interface (9) between the layers is enlarged such that the connection and adhesion are improved.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/045844 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Schichtsysteme nach dem Stand der Technik weisen oft eine schlechte Haftung der Schichtenuntereinander oder der Schichten auf dem Substrat auf. Durch ein erfindungsgemässes Schichtsystem (1) wird die Oberfläche der Trennfläche (9) zwischen den Schichten vergrössert, so dass die Anbindung und die Haftung verbessert ist.

Schichtsystem

Die Erfindung betrifft ein Schichtsystem gemäß dem
5 Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die US-PS 5,952,110 offenbart ein Schichtsystem, bei dem gro-
be Partikel in einer äusseren Schicht enthalten sind. Die
groben Teilchen ragen aus der äußeren Oberfläche heraus und
10 dienen zur Erhöhung des abrasiven Widerstands. Die groben
Partikel weisen eine andere chemische Zusammensetzung als die
Schicht auf.

Die US-PS 5,579,534 offenbart ein Schichtsystem, das mindes-
15 tens drei Schichten aufweist, bei dem grobe Teilchen auf ei-
ner Schicht aus feineren Teilchen angeordnet sind.

Die US 6,444,331 zeigt eine Bondschicht, die aufgerauht ist,
um eine verbesserte Haftung von Wärmedämmschicht und Bond-
20 schicht zu erreichen.

Schichtsysteme weisen aber immer noch eine schlecht Haftung
der Schichten untereinander oder der Schicht auf einem
Substrat auf.

25

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, dieses Problem zu über-
winden.

30 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Schichtsystem gemäß des An-
spruchs 1.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Schichtsystems sind
in den Unteransprüchen aufgelistet. Die vorteilhaften
35 Ausgestaltungen der Unteransprüche können miteinander
kombiniert werden.

Die Figur zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsge-
mäßigen Schichtsystems 1.

- 5 Ein Schichtsystem 1 besteht aus einem Substrat 4, das bei-
spielsweise aus einem keramischen oder einem metallischen
Material, insbesondere einer kobalt- oder nickelbasierten
Superlegierung, besteht.
- 10 Auf dem Substrat 4 ist eine Zwischenschicht 7 angeordnet.
Diese Zwischenschicht weist insbesondere eine hohe Dichte auf
und besteht im Fall der Superlegierung als Substrat 4 aus der
Zusammensetzung des Typs MCrAlY (M= Fe, Co, Ni).
- 15 Die Mikrostruktur der Zwischenschicht 7 weist zumindest
teilweise feine Teilchen (feine Körnung) auf bzw. ist
zumindest teilweise aus Teilchen feiner Körnung hergestellt
worden. Feine Körnung bedeutet Korndurchmesser kleiner 22
Mikrometer, insbesondere zwischen 8 und 22 Mikrometer. Der
20 Anteil Teilchen mit feiner Körnung zur Herstellung der
Zwischenschicht 7 beträgt bspw. 50%. Insbesondere die
Teilchen feiner Körnung erlauben die Herstellung einer
dichten Zwischenschicht 7.
Die Teilchen für die Zwischenschicht 7 weisen bspw.
25 Korndurchmesser zwischen 8 und 44 Mikrometer auf.

Die Zwischenschicht 7 kann auf verschiedene Art und Weise
hergestellt worden sein: Chemical Vapour Deposition (CVD),
Plasmaspritzen (APS, LPPS, VPS,...), High Velocity Oxy Fuel
30 (HVOF) oder andere Beschichtungsmethoden.

Auf der äußeren Oberfläche 8 der Zwischenschicht 7 ist eine
möglichst einlagige Schicht aus sehr grobkörnigen Spritzgut
10 aufgebracht, wobei die Korndurchmesser bspw. größer 80
35 Mikrometer, insbesondere grösser 100 Mikrometer, sind. Dabei
wird eine noppenartige Oberfläche gebildet.

Beim Plasmaspritzen wird die Plasmaspritz- Anlage bspw. so eingestellt, dass nur ein Oberflächenbereich der groben Körner 10 aufschmilzt, um eine Haftung der groben Körner 10 auf der Zwischenschicht 7 zu ermöglichen. Die groben Körner 10 weisen bspw. eine Zusammensetzung der Art MCrAlY auf.

Ebenso kann die äußere Oberfläche 8 der Zwischenschicht 7 erwärmt oder aufgeschmolzen werden, d.h. sie ist weich, so dass beim Auftreffen von groben Teilchen 10, insbesondere bei hoher Geschwindigkeit, diese in die Zwischenschicht 7 eindringen und sich dort verankern.

Ebenso können bspw. durch lokales Wachstum auf der Oberfläche 8 grobe Teilchen 10 wachsen gelassen werden, indem lokal auf der Oberfläche 8 verteilt Wachstumskeime vorhanden sind oder die Oberfläche so angeregt ist, dass nur dort Wachstumsbedingungen gegeben sind.

Die Haftoberfläche 9, die von der Zwischenschicht 7 und den groben Teilchen 10 gebildet wird, ist wesentlich größer als die äußere Schicht der noch unbeschichteten Oberfläche 8 der Zwischenschicht 7.

Auf die so hergestellte Struktur von Zwischenschicht 7 und groben Teilchen 10 wird optional eine weitere dünne Schicht 13 (bspw. 40 bis 80 Mikrometer dick) eines Spritzgutes mittelgrober Körner (mittlere Körnung: 22 bis 62 Mikrometer) mittels bekannter Verfahren aufgetragen.

Die vergrößerte Haftoberfläche 9 bleibt erhalten. Durch die bis um vorzugsweise mindestens 20% größere Haftoberfläche 9 wird eine bessere Haftfestigkeit der äußeren Schicht 16 mit dem Schichtsystem 1 erreicht.

Die Schicht 13 weist bspw. eine Zusammensetzung der Art MCrAlY auf.

Die groben Teilchen 10 und die mittleren Teilchen 13 der Schicht 13 können durch atmosphärisches Plasmaspritzen (APS), Niederdruckplasmaspritzen (LPPS), Vakuumplasmaspritzen (VPS), Kaltgasspritzen oder Sprühkompaktspritzen aufgebracht werden.

5

Auf die Schicht 13 wird eine äußere Schicht 16 aufgetragen.

10 Die äußere Schicht 16 ist beispielsweise eine keramische Schicht und im Fall der Anwendung für Turbinenbauteile, insbesondere für Gasturbinenbauteile, ist die äußere Schicht 16 eine Wärmedämmschicht.

15

1. Schichtsystem (1)

mit einem Substrat (4),
einer Zwischenschicht (7) und
einer äußeren Schicht (16),

5 Teilchen (10) grober Körnung,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Teilchen (10) auf der Zwischenschicht (7) vorhanden
sind,

10 auf denen die äußere Schicht (16) aufgebracht ist,
wobei die Zwischenschicht (7) eine Zusammensetzung MCrAlY
aufweist,

wobei die Teilchen (10) eine Zusammensetzung MCrAlY
aufweisen, und

15 wobei M für ein Element der Gruppe Eisen, Kobalt oder
Nickel steht.

2. Schichtsystem nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

20

auf die groben Teilchen (10) vor Aufbringung der äusseren
Schicht (16) eine weitere Schicht (13) aufgebracht ist.

3. Schichtsystem nach Anspruch 2,

25

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schicht (13) aus Teilchen mittlerer Körnung besteht.

30

4. Schichtsystem nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Zwischenschicht (7) zumindest teilweise aus Teilchen
feiner Körnung besteht.

35

5. Schichtsystem nach Anspruch 1 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zwischenschicht (7) dicht ist.

5

6. Schichtsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

10 das Substrat (4) eine kobalt- oder nickelbasierte
Superlegierung ist.

7. Schichtsystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass

15

die groben Teilchen (10) eine Zusammensetzung MCrAlY
aufweisen,
wobei M für ein Element der Gruppe Eisen, Kobalt oder
20 Nickel steht.

8. Schichtsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

25

die äußere Schicht (16) eine keramische Schicht ist.

9. Schichtsystem nach Anspruch 1 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass

30

die äußere Schicht (16) eine Wärmedämmschicht ist.

35

10. Schichtsystem nach Anspruch 1, 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Zwischenschicht (7) durch Plasmaspritzen aufgebracht
ist.

11. Schichtsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

das Schichtsystem (1) ein Gasturbinenteil ist.

12. Schichtsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Teilchen (10) grober Körnung Korndurchmesser grösser
80 Mikrometer, insbesondere grösser 100 Mikrometer
aufweisen.

13. Schichtsystem nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Teilchen mittlerer Körnung für die Schicht (13)
Korndurchmesser zwischen 22 Mikrometer und 62 Mikrometer
aufweisen.

14. Schichtsystem nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Teilchen feiner Körnung für die Zwischenschicht (7)
Korndurchmesser kleiner 22 Mikrometer, insbesondere 8 und
22 aufweisen.

15.Schichtsystem nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass

5 die Teilchen für die Zwischenschicht (7) Korndurchmesser
zwischen 8 Mikrometer und 44 Mikrometer aufweisen.

16.Schichtsystem nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass

10

der Anteil der Teilchen für die Zwischenschicht (7) mit
feiner Körnung bei 50% liegt.

15

20

1/1

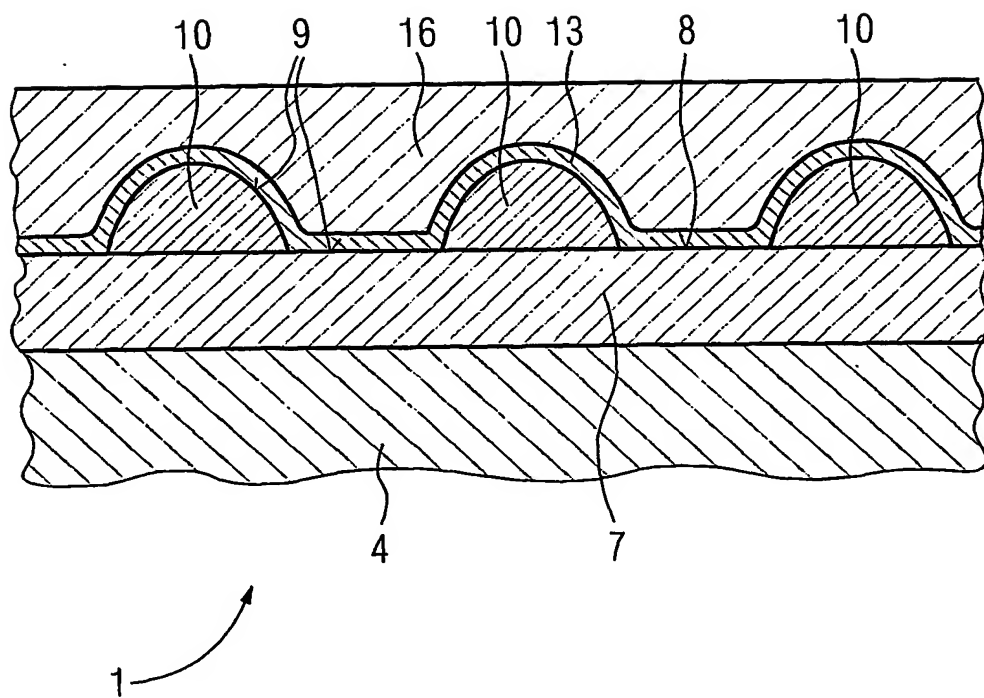


Figure 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

/EP 03/12095

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B32B15/00 B32B18/00 F01D5/00 C25D15/02 C23C4/02
F01D5/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B32B F01D C25D C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 050 663 A (GEN ELECTRIC) 8 November 2000 (2000-11-08) figures 2,3; examples 1,2 ---	1-4,6,7, 9,11-16
A	US 2002/168537 A1 (JOHNSON ROBERT ALAN ET AL) 14 November 2002 (2002-11-14) paragraphs '0060!-'0073!; figures 2,3 ---	1-16
Y	US 2002/076571 A1 (JOHNSON ROBERT ALAN ET AL) 20 June 2002 (2002-06-20) paragraphs '0013!,'0022!,'0034!,'0035!; figure 2 ---	1-4,6,7, 9,11-16
Y	EP 0 315 122 A (DEUTSCHE FORSCH LUFT RAUMFAHRT) 10 May 1989 (1989-05-10) page 4, line 12-25; claim 1; example 2 ---	1-4,6,7, 9,11-16
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 January 2004

Date of mailing of the international search report

13/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schweissguth, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

EP 03/12095

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 440 499 B1 (COSACK THOMAS ET AL) 27 August 2002 (2002-08-27) the whole document ----	1-16
A	US 5 894 053 A (FRIED REINHARD) 13 April 1999 (1999-04-13) the whole document ----	1-16
A	US 5 906 895 A (TAKAHASHI MASASHI ET AL) 25 May 1999 (1999-05-25) the whole document ----	1-16
A	EP 0 443 877 A (BAJ LTD) 28 August 1991 (1991-08-28) the whole document ----	1-16
A	EP 0 783 043 A (GEN ELECTRIC) 9 July 1997 (1997-07-09) the whole document -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

EP 03/12095

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1050663	A	08-11-2000	US 6468669 B1 EP 1050663 A2 JP 2001012207 A TW 534927 B US 2002168537 A1	22-10-2002 08-11-2000 16-01-2001 01-06-2003 14-11-2002
US 2002168537	A1	14-11-2002	US 6468669 B1 EP 1050663 A2 JP 2001012207 A TW 534927 B	22-10-2002 08-11-2000 16-01-2001 01-06-2003
US 2002076571	A1	20-06-2002	NONE	
EP 0315122	A	10-05-1989	DE 3737361 A1 DE 3884340 D1 EP 0315122 A2 JP 1152233 A US 5080981 A	24-05-1989 28-10-1993 10-05-1989 14-06-1989 14-01-1992
US 6440499	B1	27-08-2002	DE 19807636 C1 WO 9942633 A1 DE 59901188 D1 EP 1060282 A1 ES 2175956 T3 JP 2002504628 T	18-11-1999 26-08-1999 16-05-2002 20-12-2000 16-11-2002 12-02-2002
US 5894053	A	13-04-1999	DE 19545025 A1 AT 211185 T CA 2188614 A1 CN 1160088 A CZ 9603468 A3 DE 59608498 D1 EP 0776985 A1 JP 9176818 A PL 317298 A1 PL 182552 B1 RU 2209256 C2	05-06-1997 15-01-2002 03-06-1997 24-09-1997 13-08-1997 31-01-2002 04-06-1997 08-07-1997 09-06-1997 31-01-2002 27-07-2003
US 5906895	A	25-05-1999	JP 10088368 A CN 1178204 A ,B DE 19741223 A1 GB 2317400 A ,B	07-04-1998 08-04-1998 02-04-1998 25-03-1998
EP 0443877	A	28-08-1991	GB 2241506 A CA 2036904 A1 DE 69100853 D1 DE 69100853 T2 EP 0443877 A1 ES 2047373 T3 JP 3304104 B2 JP 4218698 A US 5076897 A	04-09-1991 24-08-1991 10-02-1994 21-04-1994 28-08-1991 16-02-1994 22-07-2002 10-08-1992 31-12-1991
EP 0783043	A	09-07-1997	US 5683825 A DE 69607449 D1 DE 69607449 T2 EP 0783043 A1 JP 9279364 A	04-11-1997 04-05-2000 26-10-2000 09-07-1997 28-10-1997

EP 03/12095

A. KLASSEIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSBEFUGIGTEN
IPK 7 B32B15/00 B32B18/00 F01D5/00 C25D15/02 C23C4/02
F01D5/28

IPK 7 B32B F01D C25D C23C

FPO-Internal

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 050 663 A (GEN ELECTRIC) 8. November 2000 (2000-11-08) Abbildungen 2,3; Beispiele 1,2 ---	1-4,6,7, 9,11-16
A	US 2002/168537 A1 (JOHNSON ROBERT ALAN ET AL) 14. November 2002 (2002-11-14) Absätze '0060!-'0073!; Abbildungen 2,3 ---	1-16
Y	US 2002/076571 A1 (JOHNSON ROBERT ALAN ET AL) 20. Juni 2002 (2002-06-20) Absätze '0013!, '0022!, '0034!, '0035!; Abbildung 2 ---	1-4,6,7, 9,11-16
Y	EP 0 315 122 A (DEUTSCHE FORSCH LUFT RAUMFAHRT) 10. Mai 1989 (1989-05-10) Seite 4, Zeile 12-25; Anspruch 1; Beispiel 2 ---	1-4,6,7, 9,11-16

Y Siehe Anhang Patentfamilie

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

13/02/2004

Schweissguth, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 440 499 B1 (COSACK THOMAS ET AL) 27. August 2002 (2002-08-27) das ganze Dokument ---	1-16
A	US 5 894 053 A (FRIED REINHARD) 13. April 1999 (1999-04-13) das ganze Dokument ---	1-16
A	US 5 906 895 A (TAKAHASHI MASASHI ET AL) 25. Mai 1999 (1999-05-25) das ganze Dokument ---	1-16
A	EP 0 443 877 A (BAJ LTD) 28. August 1991 (1991-08-28) das ganze Dokument ---	1-16
A	EP 0 783 043 A (GEN ELECTRIC) 9. Juli 1997 (1997-07-09) das ganze Dokument -----	1-16

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

/EP 03/12095

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1050663	A	08-11-2000	US 6468669 B1 EP 1050663 A2 JP 2001012207 A TW 534927 B US 2002168537 A1	22-10-2002 08-11-2000 16-01-2001 01-06-2003 14-11-2002
US 2002168537	A1	14-11-2002	US 6468669 B1 EP 1050663 A2 JP 2001012207 A TW 534927 B	22-10-2002 08-11-2000 16-01-2001 01-06-2003
US 2002076571	A1	20-06-2002	KEINE	
EP 0315122	A	10-05-1989	DE 3737361 A1 DE 3884340 D1 EP 0315122 A2 JP 1152233 A US 5080981 A	24-05-1989 28-10-1993 10-05-1989 14-06-1989 14-01-1992
US 6440499	B1	27-08-2002	DE 19807636 C1 WO 9942633 A1 DE 59901188 D1 EP 1060282 A1 ES 2175956 T3 JP 2002504628 T	18-11-1999 26-08-1999 16-05-2002 20-12-2000 16-11-2002 12-02-2002
US 5894053	A	13-04-1999	DE 19545025 A1 AT 211185 T CA 2188614 A1 CN 1160088 A CZ 9603468 A3 DE 59608498 D1 EP 0776985 A1 JP 9176818 A PL 317298 A1 PL 182552 B1 RU 2209256 C2	05-06-1997 15-01-2002 03-06-1997 24-09-1997 13-08-1997 31-01-2002 04-06-1997 08-07-1997 09-06-1997 31-01-2002 27-07-2003
US 5906895	A	25-05-1999	JP 10088368 A CN 1178204 A ,B DE 19741223 A1 GB 2317400 A ,B	07-04-1998 08-04-1998 02-04-1998 25-03-1998
EP 0443877	A	28-08-1991	GB 2241506 A CA 2036904 A1 DE 69100853 D1 DE 69100853 T2 EP 0443877 A1 ES 2047373 T3 JP 3304104 B2 JP 4218698 A US 5076897 A	04-09-1991 24-08-1991 10-02-1994 21-04-1994 28-08-1991 16-02-1994 22-07-2002 10-08-1992 31-12-1991
EP 0783043	A	09-07-1997	US 5683825 A DE 69607449 D1 DE 69607449 T2 EP 0783043 A1 JP 9279364 A	04-11-1997 04-05-2000 26-10-2000 09-07-1997 28-10-1997